

4. Котельные установки: СНиП II.35 – 76. – [Действителен с 2006 - 03 - 22]. – К.: Мі-
нбуд України, 2006. – 44 с.

5. Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше
0,07 МПа, водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115
°С. – [Дійсний з 1996 - 11 - 05]. – К.: Комітет по нагляду за охороною праці України, 1996.
– 51 с.

6. Рекомендації по проектуванню дахових, вбудованих і прибудованих котельних
установок та установлення побутових теплогенераторів, працюючих на природному газі:
Посібник до СНиП II - 35 - 76. – [Дійсний з 1998 - 11 - 05]. – К.: УкрНДінжпроект, 1998. –
34 с.

7. Щеголев М.М. Топливо, топki и котельные установки / М.М. Щеголев. – М.: Гос.
изд-во лит-ры по строительству и архитектуре, 1953. – 545 с.

Отримано 03.06.2011

УДК 697.343

І.Р.ВАЩИШАК

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

РОЗРОБКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ДВОТРУБНИХ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ З ІМІТАЦІЄЮ ДЕФЕКТІВ

Розглядаються проблеми, які виникають при контролі технічного стану попередньо
ізолюваних трубопроводів підземних теплових мереж. Розроблено установку, яка дає
змогу проводити дослідження підземних трубопроводів на їх зменшених копіях з імітаці-
єю найбільш поширених дефектів.

Рассматриваются проблемы, которые возникают при контроле технического состоя-
ния предварительно изолированных трубопроводов подземных тепловых сетей. Разрабо-
тана установка, которая дает возможность проводить исследование подземных трубопро-
водов на их уменьшенных копиях с имитацией наиболее распространенных дефектов.

Problems that occur at technical testing of the preliminary coated pipelines of underground
thermal networks are examined. An installation that enables investigation of underground pipe-
lines on their diminished copies with the simulation of the most widespread defects is developed.

Ключові слова: контроль технічного стану, теплові мережі, трубопроводи, установка.

Останнім часом в Україні здійснюється інтенсивна заміна старих
тепломереж з мінераловатною ізоляцією новими, більш ефективними.
Згідно з [1] діючі теплові мережі і ті, що знову вводяться в експлуатацію
у зоні дії високих ґрунтових вод та періодичного підтоплювання, пови-
нні бути прокладені у попередньо ізолюваних трубах.

З метою ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів
та скорочення технологічних втрат теплової енергії, Розпорядженням
Кабінету Міністрів України від 31 березня 1999 р. №256-р дано вказівку
міністерствам та іншим органам виконавчої влади забезпечити впрова-
дження енергозберігаючих технологій з використанням теплоізолюючих
матеріалів (попередньо ізолюваних труб з поліуретановим покриттям,

фасонних частин до них тощо). Однак, щоб уникнути втрат теплової енергії при її транспортуванні підземними тепловими мережами необхідно постійно проводити контроль технічного стану таких мереж, що на даний час є складною задачею.

Аналіз існуючих методів контролю технічного стану тепломереж показав, що у кожного методу є свої особливості, які іноді перешкоджають однозначному ідентифікуванню виду пошкодження [2]. Це пояснюється специфікою об'єкта, значним діапазоном глибин залягання, режимами експлуатації тощо. У зв'язку з різноманітністю застосовуваних теплоізоляційних матеріалів та різних способів прокладання, для трубопроводів теплових мереж, на відміну від нафто- і газопроводів, немає чітко визначених методів контролю та технологій їх проведення. Покращити ситуацію могло б створення штучних дефектів, які зустрічаються при експлуатації тепломереж, монтаж їх у трубопроводи та дослідження різноманітними методами з метою вибору найбільш оптимальних, що суттєво підвищило б вірогідність контролю. Однак, внаслідок того, що підземні теплові мережі функціонують тільки в опалювальний період, зміна режимів їх експлуатації може викликати скарги споживачів, а спеціально створені дефекти призводять до значних втрат теплоносія та енергоресурсів, проведення досліджень на них є серйозною проблемою.

Для вирішення цієї проблеми в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу було створено установку, яка відтворює роботу пункту теплопостачання одного споживача двотрубною підземною тепломережею закритого типу. Установка призначена для проведення досліджень підземних теплових мереж на їх зменшених копіях методами неруйнівного контролю з широким діапазоном зміни режимів експлуатації.

Установка складається з таких основних частин: нагрівальної, імітаційної і споживання. Нагрівальна частина призначена для нагрівання теплоносія та забезпечення циркуляції його по трубопроводах. Як теплоносієм в установці використовується очищена від бруду і солей водопровідна вода. Імітаційна частина відтворює в масштабі 1:10 підземну двохтрубну теплову мережу, виконану відповідно до вимог [3]. Оскільки діаметри попередньо ізольованих трубопроводів тепломереж, які найчастіше прокладаються в населених пунктах Івано-Франківської області, знаходяться в межах 200-300 мм, то для імітації в установці, враховуючи масштаб 1:10 та можливість розміщення установки в закритому приміщенні, було вибрано металеві трубопроводи із зовнішнім діаметром 27 мм і товщиною стінки 2,5 мм. Також в імітаційній частині установки передбачено застосування спеціально розроблених зразків-імітаторів різноманітних дефектів, які виникають в тепломережах у процесі їх екс-

плуатації. Частина споживання імітує роботу споживача теплової енергії з можливістю зміни температури охолодження теплоносія в широких межах.

Функціональна схема установки наведена на рис.1. До складу установки входять такі основні вузли: бак запасу води, бак підготовки води, електричний бойлер, полігон-імітатор лінійної ділянки підземної теплової мережі, споживач, блок збирання й обробки інформації і персональний комп'ютер ПК.

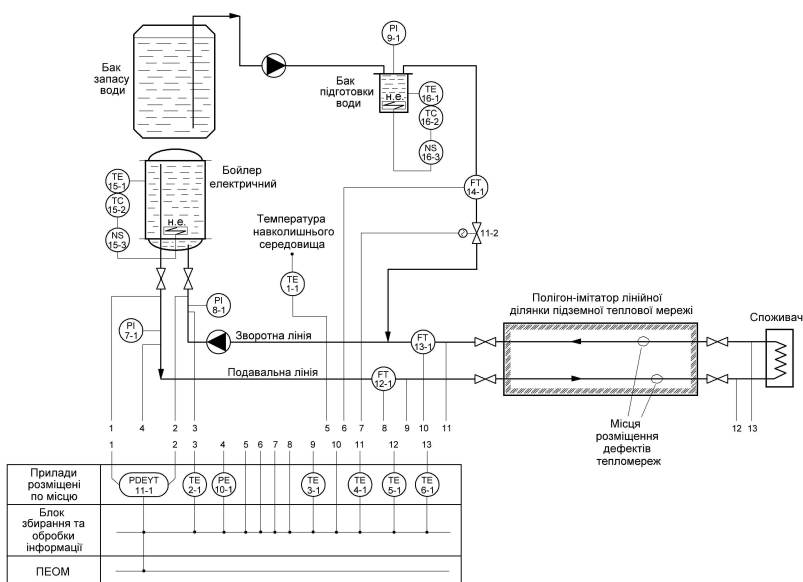


Рис.1 – Функціональна схема установки для дослідження роботи підземної тепломережі: 1-1–6-1 – термодавачі; 7-1–9-1 – манометри; 10-1 – аналоговий давач тиску; 11-1 – інтелектуальний диференційний давач тиску; 11-2 – клапан електромагнітний; 12-1–14-1 – лічильники гарячої води; 15-1–15-3, 16-1–16-3 – терморегулятори електричні; н.е. – нагрівальні елементи (тени).

Бак запасу води – це пластмасова ємність з насосом, яка служить для заповнення системи водою та для компенсації її втрат у випадку застосування імітаторів дефектів з пошкодженням стінки труби. Бак підготовки води застосовується для очищення води від бруду і солей та для підживлення системи в разі падіння тиску. Для підтримання необхідної температури рідини він розміщується на електричній плитці з терморегулятором 16-1–16-3. Тиск в баку підготовки води вимірюється маноме-

тром 9-1. Електричний бойлер застосовується для підігріву води до необхідної температури, верхня межа якої встановлюється терморегулятором 15-1–15-3.

Полігон-імітатор лінійної ділянки підземної теплової мережі дає змогу досліджувати підземні трубопроводи з різноманітними видами дефектів, причому ці дефекти можна створювати окремо в зворотному чи в подавальному трубопроводі, або ж відразу у них обох.

Споживачем теплоносія є водяний радіатор, який додатково охолоджується повітряним потоком.

Циркуляція теплоносія в системі здійснюється відцентровим насосом, розміщеним у зворотній лінії. До складу установки також входять шість кранів, розміщених на подавальному та зворотному трубопроводах, що дає змогу гідравлічно локалізувати чотири окремі ділянки установки: нагрівальну (бойлер), вимірювальну (місця замірів на подавальному та зворотному трубопроводах до входження їх в полігон-імітатор), імітаційну (полігон-імітатор) та споживальну (споживач і місця замірів температури на його вході та виході).

На установці стаціонарно встановлюється (рис.1): шість напівпровідникових давачів температури ТЕ (1-1 – для вимірювання температури навколишнього середовища, 1-2–1-6 – для вимірювання температури теплоносія в різних точках установки); три витратоміри FT з дистанційною передачею імпульсів (12-1, 13-1 – на подавальній та зворотній лініях, 14-1 – на лінії підживлення), три показуючі пружинні манометри РІ (7-1, 8-1 – на вході та виході з бойлера, 9-1 – на баці підготовки води), диференційний інтелектуальний манометр 11-1 з обробкою, індикацією та дистанційною передачею інформації, що вимірює перепад тиску між подавальною і зворотною лініями.

На виході з баку підготовки води після витратоміра розміщено електромагнітний клапан 1-12, який компенсує втрати води у системі і керується по сигналу диференційного манометра з блока збирання та обробки інформації.

Згідно з рис.1 було здійснено підбір технічних засобів для реалізації установки та розроблено її 3D-модель, наведену на рис.2. До складу нагрівальної частини установки входять: електричний бойлер 1 ємністю 80 л з терморегулятором, який має змогу нагрівати теплоносії до температури 95 °С; бак запасу води 2 ємністю 150 л; бак підготовки води 3 ємністю 5 л, розміщений на електричній плитці 4 з терморегулятором; відцентрові насоси 5 та 6, електромагнітний клапан 7.

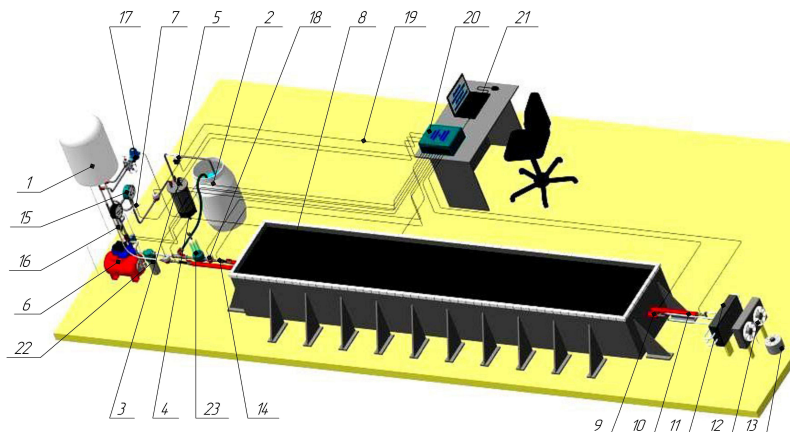


Рис.2 – 3D-модель установки для дослідження підземних теплових мереж

Імітаційну частину установки складає полігон-імітатор лінійної ділянки підземної теплової мережі 8. Полігон-імітатор лінійної ділянки підземної теплової мережі – це дерев'яний ящик, розмірами 5,0×0,9×0,63 м, в якому розміщуються два металеві трубопроводи в ізоляції (подавальний 9 і зворотний 10), що імітують двотрубну підземну теплову мережу. В роботі [4] одержано вираз розподілу температури по довжині трубопроводу, згідно з яким можна розрахувати перепад температури, який створює на поверхні ґрунту теплопровід будь-якої довжини. Довжина ящика у масштабі 1:10 відповідає відстані 50 м між тепловими камерами на місцевості. Глибина залягання трубопроводів в установці для забезпечення необхідного перепаду температур по їх довжині становить 25 см. Теплова ізоляція трубопроводів 9, 10 складається з двох послідовно нанесених шарів спіненого поліетилену, верхній з яких покритий полімерним захисним шаром, що відіграє роль гідроізоляції. Характеристики теплової ізоляції трубопроводів 9 і 10 подібні до характеристик ізоляції труб з пінополіуретановою ізоляцією та поліетиленовою захисною оболонкою. Ящик з трубопроводами заповнюється ґрунтом по всій довжині.

Як споживач теплової енергії в установці використано автомобільний радіатор водяного охолодження 11. Додаткове охолодження радіатора 11 здійснюється вентиляторним блоком 12. Вентиляторний блок відіграє роль навколишнього середовища і має змогу за допомогою автотрансформатора 13 змінювати витрату повітря в межах від 10 до 100% від максимальної, що дозволяє змінювати температуру теплоносія в радіаторі у межах 35°C.

При виборі засобів вимірювань для установки згідно з рис.1 до них

ставились високі вимоги по способу монтажу, швидкодії, низькому рівню похибок, завадозахищеності та виду і способу передачі інформації. У зв'язку з цим як вимірювачі температури теплоносія вибрано напівпровідникові термодавачі 14 типу DS18B20, пружинні манометри 15 типу МТИ (класу точності 0,6), аналоговий давач тиску 16 типу П-3-Н, інтелектуальний диференційний давач тиску 17 типу ROSEMOUNT 3095MV, крильчасті лічильники гарячої води 18 типу JS-90-1,5. Інформація від засобів вимірювань, стаціонарно розміщених на установці, передається за допомогою ліній зв'язку 19 у блок збирання та обробки інформації 20. Блок збирання та обробки інформації 20 містить вузли підсилення, оцифровування, обробки і передачі інформації та виконаний як багатоканальна мікропроцесорна система обробки і керування. Персональний комп'ютер 21 збирає, перетворює і записує отриману від блока збирання та обробки інформацію і представляє її в зручному для користувача виді (графіки, таблиці, вирази).

Для додаткової фільтрації теплоносія від бруду та механічних домішок у зворотній лінії використано фільтр 22, а для випуску повітря при заповненні системи – розширювальний бачок з краном 23.

Для відтворення основних типів дефектів, які зустрічаються при експлуатації підземних тепломереж, було розроблено зразки-імітаторів дефектів, частина з яких показана на рис.3, на які виготовлено технічні паспорти (рис.4). З обох сторін до зразків приварено згони з різьбами. Довжина зразків-імітаторів дефектів разом зі згонами становить 1,35 м.



Рис.3 – Зразки-імітатори дефектів тепломережі

Довжина бездефектних ділянок трубопроводів, розміщених на полігоні-імітаторі становить 4,2 м і вони також мають з обох сторін згони з різьбами. З одного боку до кожного трубопроводу прикручується кран, а з іншого – зразок-імітатор того чи іншого дефекту тепломережі. Розмі-

щення зразків-імітаторів на полігоні зображено на рис. 5. В дерев'яному ящику 1 розміщуються зворотний 2 та подавальний 3 трубопроводи, до яких прикручуються зразки-імітатори 4 та 5 з дефектами 6 за допомогою муфтових з'єднань 7. Після термоізоляції муфтових з'єднань трубопроводи спочатку засипаються шаром піску 8, а потім – шаром ґрунту 9 згідно з вимогами прокладки [3].

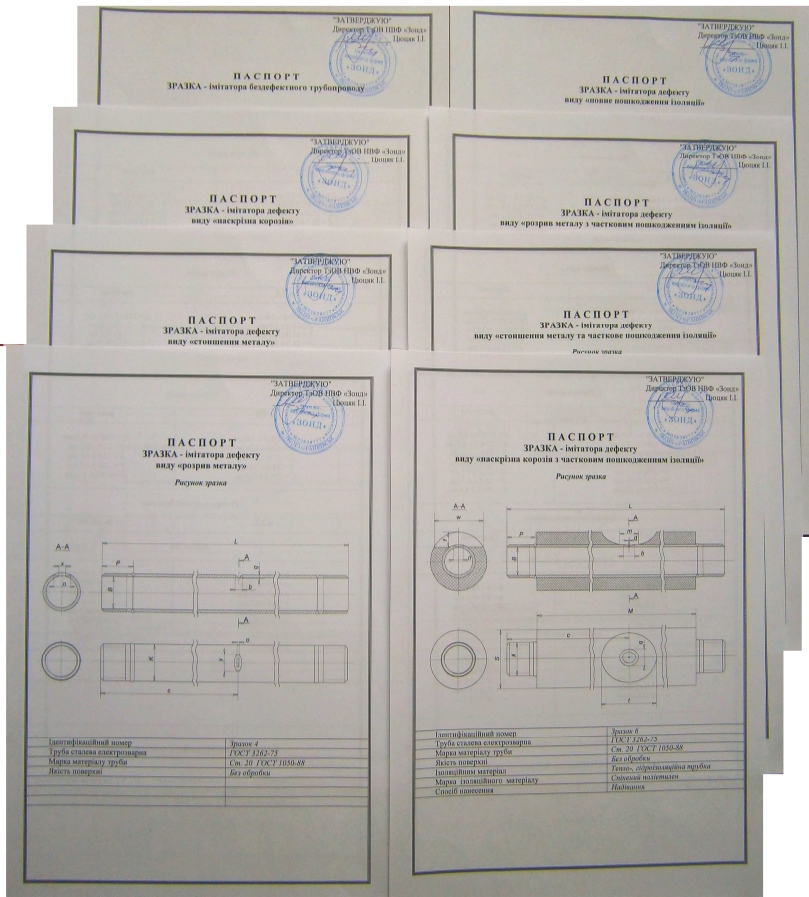


Рис.4 – Паспорти на зразки-імітатори дефектів тепломережі

Для коректного вимірювання температури теплоносія термодатчик 1 розміщено у тонкостінних мідних гільзах 2, заповнених у зоні розміщення термодатчика термопровідною пастою КПТ для забезпечення

кращого теплового контакту (рис.6). Мідні гільзи 2 вмонтовані в отвір гайки 3 і обпаяні з обох його боків. Гайка 3 за допомогою різьбового з'єднання прикручується до трійника 4, який у свою чергу за допомогою муфтового з'єднання прикручується до ділянки трубопроводу. Сигнал від термодавача передається на блок збирання та обробки інформації по кабелю 5.

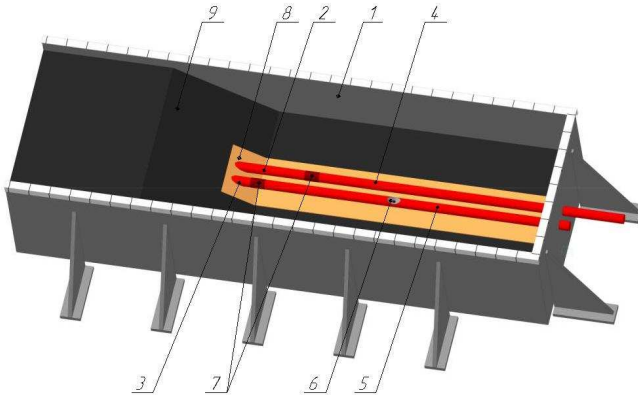


Рис.5 – Розміщення зразків-імітаторів дефектів тепломереж на полігоні установки

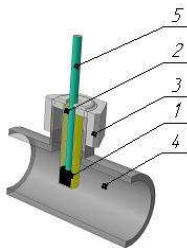


Рис. 6 – Конструкція вузла вимірювання температури теплоносія

Для проведення досліджень підземних теплових мереж на поверхню полігона-імітатора наноситься координатна сітка, розміром 5×5 см (рис.5). У вузлах сітки розміщуються чутливі елементи засобів вимірювань (давачі температури, вологості, акустичного відгуку, електромагнітного поля), за показами яких будуються тривимірні розподіли фізичних полів по площі полігона-імітатора.

При бажанні крок сітки на полігоні можна легко змінити, що дає змогу отримати розподіли фізичних полів максимально наближеними до реальних.

Застосування розробленої установки дає змогу досліджувати двотрубні підземні теплові мережі будь-яким з існуючих методів контролю, виявляти переваги і недоліки кожного з них при пошуку та ідентифікації того чи іншого виду дефекту, встановлювати оптимальну кількість точок контролю та розраховувати похибки вимірювань. Кінцевою метою досліджень є мінімізація інформативних параметрів про стан підземної тепломережі та проектування засобу вимірювань, який дозволить проводити контроль з найвищим ступенем достовірності.

1. Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж. Затв. наказом Мінпаленерго від 14.02.2007 №71.

2. Ващишак І.Р. Аналіз методів контролю технічного стану підземних теплових мереж / І.Р. Ващишак, С.П. Ващишак, О.М. Карпаш // Нафтогазова енергетика. – 2010. – № 2 (13). – С.64-69.

3. ДБН В.2.5-39-2008. Теплові мережі. - Замінює СНиП 2.04.07-86, введ. 01.07-2009. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2009.

4. Ващишак І.Р. Визначення стану підземних теплових мереж шляхом аналізу їх теплових полів / І.Р. Ващишак, С.П. Ващишак, О.М. Карпаш // Методи та прилади контролю якості. – 2009. – №23. – С.39-43.

Отримано 03.10.2011

УДК 697.34

А.А.БОБУХ, канд. техн. наук, Д.А.КОВАЛЕВ

Харьковская национальная академия городского хозяйства

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ОПЕРАТИВНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ МЕЖДУ ОБЪЕКТАМИ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Рассматриваются вопросы разработки стратегии оперативного распределения тепловой энергии центрального теплового пункта между индивидуальными тепловыми пунктами и системами отопления.

Розглядаються питання розробки стратегії оперативного розподілу теплової енергії центрального теплового пункту між індивідуальними тепловими пунктами і системами опалення.

Problems of development of strategy of the operative distributing thermal energy of central thermal station between individual thermal points from systems of heating are examined.

Ключевые слова: технологический объект управления, компьютерно-интегрированная система управления, система централизованного теплоснабжения, центральный тепловой пункт, индивидуальный тепловой пункт и системы отопления.

Актуальным, учитывая высокую стоимость топливно-энергетических ресурсов, является решение задач по повышению эффективности ресурсосберегающих технологических объектов управления (ТОУ) жилищно-коммунального хозяйства, в частности, эффективности эксплуа-